هيئة الحكومة الرقمية
Digital Government Authority

دراسة استطلاعية

التوأم الرقمي
Digital Twin

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

المحتوى

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

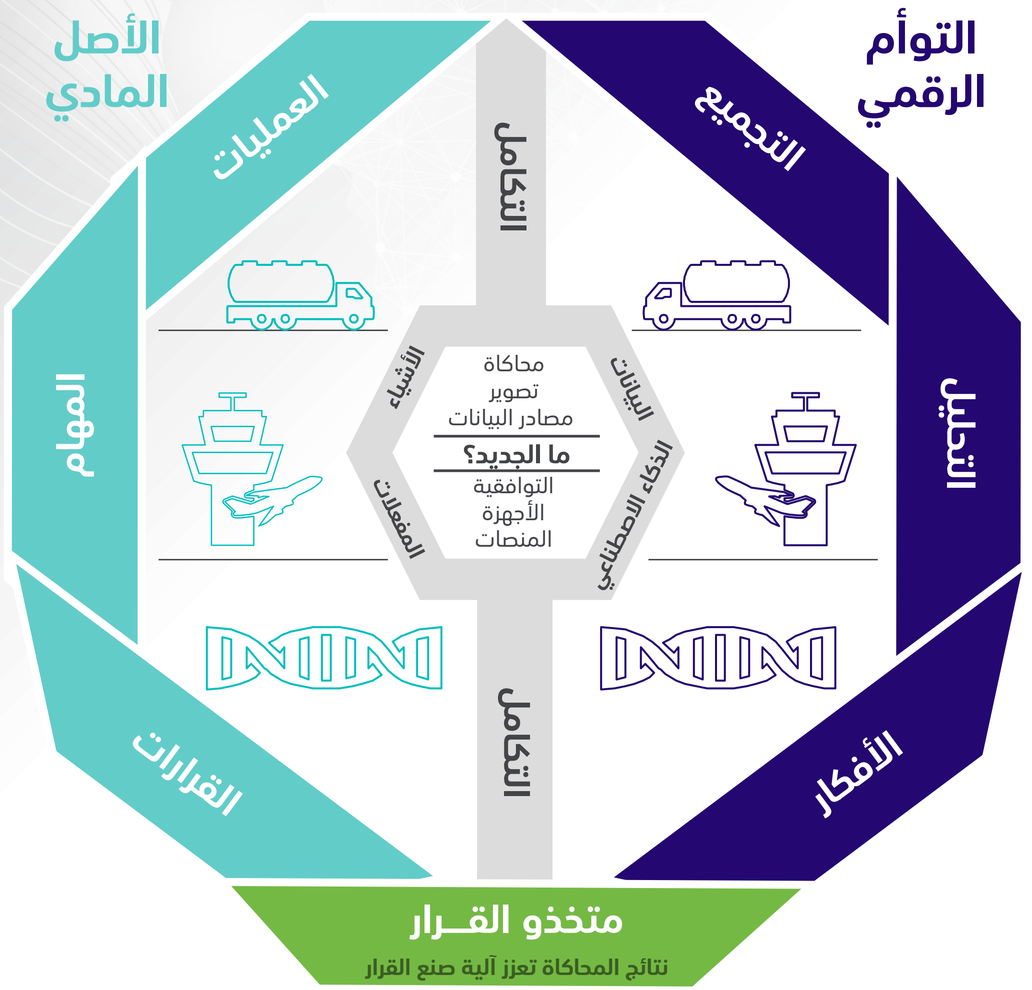
1

مقدمة عن
التوأم الرقمي

مقدمــة لفهــم التطــور والمنــافع
وطريقة التطبيق

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

ما هو التوأم الرقمي؟



التوأم الرقمي نموذج إداري مهمته سد الفجوة بين المكونات أو الأصول المادية والرقمية بهدف تحسين فهم الواقع الحالي للأشياء، وبالتالي صنع قرار أكثر دقة وأكثر كفاءة. كما يعني التوأم الرقمي تمثيل الأصول المادية، والأشخاص والعمليات يتم بناؤه بهدف دعم الأهداف الاستراتيجية الحالية أو تطوير أهداف جديدة.

رغم أن مفهوم التوأم الرقمي ليس شيئاً جديداً، لكنه تطور سريعًا بسبب تقدم التقنيات الداعمة، مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة والسحابة. نتيجة لذلك، يمكن الآن محاكاة نسخة شبه كاملة من العالم المادي.

تتضمن قدرات التوأم الرقمي المتقدمة ما يلي:

التكامل: يمكن استخدامه بشكل مركزي أو نموذجاً للعمليات، إذ يمكن ربطه بأنظمة أخرى مثل برنامج واجهة برمجة التطبيقات (API) وبرنامج تحليل الأحداث اللحظية (Events Streams).

البيانات: التطور في إنترنت الأشياء سهّل إمكانية مراقبة الأحداث والتحكم بها بشكل لحظي.

الذكاء الاصطناعي: استخدام تحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي لتحفيز فرص العمل واستخلاص تحليلات جديدة أكثر واقعية.

تخطيط السيناريوهات (المحاكاة): القدرة على تقييم سيناريوهات معقّدة (What If Scenarios).

التخصيص (الاستغلال التجاري): تحديد أهداف تجارية لدعم نماذج أعمال جديدة تركّز على تحقيق نتائج مضمونة مثل ضمانات أداء أصول محددة.

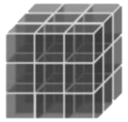
المرجع: 1

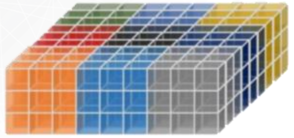
| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

مفاهيم التوأم الرقمي

عند التفكير في تنفيذ التوأم الرقمي، من المهم إدراك أن هناك العديد من المفاهيم المحتملة، كل منها يتميز بنطاقه والقيمة المرتبطة به. ومن الممكن أن يؤدي وضع افتراضات غير صحيحة عن التوأم الرقمي إلى نتائج غير مرجوة أو غير حكيمة واستثمارات في غير محلها. وفي ما يلي توضيحًا عن كل نوع من أنواع التوأم الرقمي:







	التوأم الرقمي المنفصل	التوأم الرقمي المركب	التوأم الرقمي للمنشآت
التعريف	يُستخدم عادةً لمراقبة وتحسين مهام العمليات الفردية والأصول والأشخاص والموارد المادية الأخرى.	يُصمم عادةً لمراقبة مجموعة من التوائم الرقمية المنفصلة وتحسينها.	يُصمم عادةً لمراقبة النتائج بشكل عام على مستوى الأعمال وتحسينها.
أمثلة (في مجال التصنيع)	قطعة من معدات التصنيع.	مجموعة عمليات أو قطع أو معدات تصنيع.	تحسين السعة التصنيعية الإجمالية، بما في ذلك جميع العمليات التجارية.
التطبيق (عدد التوائم في مؤسسة)	الأكبر عدداً على سبيل المثال، المئات أو الآلاف أو (على أقصى تقدير) الملايين.	متوسط العدد على سبيل المثال، عشرات أو مئات.	الأقل عدداً على سبيل المثال، من واحد إلى عشرة توائم رقمية.
القيمة	التركيز على مراقبة الأشياء، على سبيل المثال: تحسين الأصول الفردية مثل الأفراد والمنتجات الفردية أو قطع المعدات ومهام العملية الفردية.	التركيز على الأشياء والأشخاص والعمليات، على سبيل المثال: تحسين خط التصنيع، ومعالجة العمليات الكاملة أو الجزئية، بدلاً من التركيز على عملية واحدة.	التركيز على عمليات المراقبة والرصد، على سبيل المثال: التأكيد على زيادة قيمة الأعمال بناءً على الاستراتيجية العامة وذلك لجميع أصحاب المصلحة.

المرجع: 3

المرحلة الحالية في تطور التوأم الرقمي

التطور والتحسن المستمر لإمكانيات التوأم الرقمي ركيزة أساسية لتطوير الحلول المختلفة وزيادة الفوائد التشغيلية. يلقي التطور الزمني الموضح أدناه الضوء على الأفكار الرئيسية حول حجم السوق والصناعة ومستوى النضوج.

1970 — $0

نموذج انعكاس المعلومات (1970 – 2003)

الحلول التي بدأت **كمحاكيات عالية الدقة** ويمكنها التكيف مع معطيات مختلفة من خلال **التقدم في التحليل والبرمجة عن بُعد والطباعة ثلاثية الأبعاد.**

المحاكاة الرقمية، الطباعة ثلاثية الأبعاد (2003 – 2014)

حلول تسمح **بالتصميم الرقمي والتجميع الافتراضي والمحاكاة** قبل بدء التشغيل. أصبحت **الطباعة ثلاثية الأبعاد سائدة** ما يعزز التصميم.

خدمات إنترنت الأشياء الذكية والمتصلة (2014 – 2017)

الحلول التي **توفّر ملاحظات سريعة** للتصميم والتصنيع والتشغيل؛ من **خلال الأجهزة المتصلة كافة مثل إنترنت الأشياء وتحليلات البيانات الضخمة والسحابة.**

الواقع المدمج، الإدراك، الذكاء الصناعي (2017 – 2027)

الحلول التي تسمح **بالتعاون المختلط بين الإنسان والآلة،** مع الأخذ بالاعتبار الخبرات والمهارات والاستفادة من الذكاء الاصطناعي والخدمات المعرفية والواقع المعزز والواقع الافتراضي والتصوير المجسّم.

2027 — $44.34مليار

1970
مهمة ناسا أبولو 13 Nasa Apollo 13

2002
طرح فكرة التوأم الرقمي بشكل رسمي من قبل مايكل جريفس

2008
أول طرف اصطناعي مطبوع طباعة ثلاثية الأبعاد

2014
بدء مشروع سنغافورة الافتراضي

2017
P&G تطور التوأم الرقمي لإدارة الإمدادات (Supply Chain)

2023
ستشرّع حكومة واحدة على الأقل قيودًا حول استخدام البيانات الشخصية

2027
20% من الحكومات ستعرض نماذج للتغييرات المقترحة على المواطنين

المرجع: 34، 35، 36، 37، 44

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تبني استخدام التوأم الرقمي

نظرًا لتقدم التقنيات بما في ذلك السحابة وإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي، توسعت حالات استخدام التوأم الرقمي وأسهمت بشكل كبير في خفض تكاليف التنفيذ. ويوضح الاستطلاع المعد من Gartner عام 2019 أدناه الشعبية المتزايدة لتنفيذ التوأم الرقمي

85% من المؤسسات التي تتبنى تقنية إنترنت الأشياء ستنفذ التوأم الرقمي في غضون عام

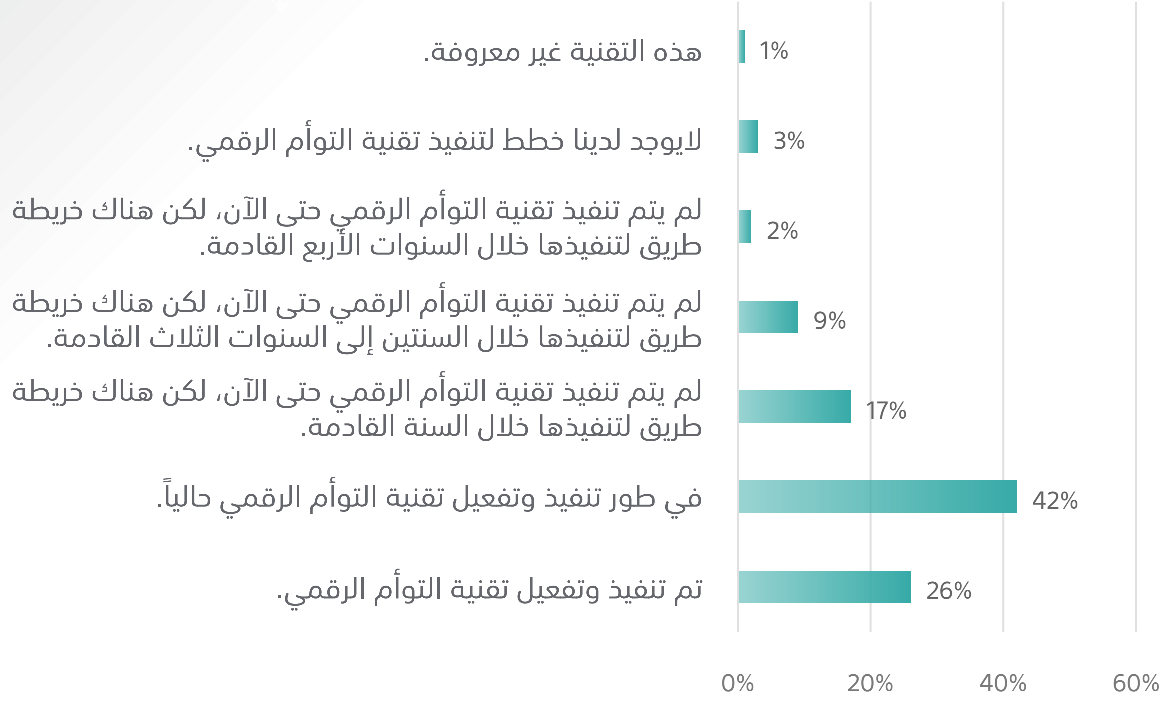
يؤدي الاعتماد الواسع لتقنية إنترنت الأشياء إلى زيادة نشر التوأم الرقمي، ومع ذلك من المهم للمؤسسات فهم المناهج المختلفة للمصادر المتاحة لتأثيرها بشكل مباشر في مدى الاستفادة من تجربة التوأم الرقمي.

النهج المتّبع يشمل عناصر منها

تصميم مخصص: تطوير مخصص لتلبية الاحتياجات المؤسسية الخاصة وذلك باستخدام مجموعة واسعة من تقنيات التمكين الرقمي المزدوج الذي يعطي أكبر قدر من المرونة، لكن من عيوبها أنها تحتاج لجهد أكبر ووقت وتكلفة للنشر.

بضائع جاهزة (Commercial Off The Shelf): قوالب في شكل حِزم برامج مؤسسية، ومرخصة لحالات استخدام محددة. تختلف المرونة والوقت والتكلفة وفقًا لمقدار الكود الكامل (20٪ -100٪).

التوائم الرقمية في المنتجات والتطبيقات: تقدم كميزة لتطبيقات الأعمال. وعلى سبيل المثال: إدارة أداء الأصول، جنبًا إلى جنب مع المركبات التجارية والصمّامات الصناعية. والجرارات مرونتها أقل، مع ذلك، فهي أقل جهد ووقت وتكلفة.



الشكل 1. استبيان تنفيذ إنترنت الأشياء من جارتنر لعام 2019

المرجع: 38

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

الفوائد والتحديات من استخدام التوأم الرقمي

فوائد كبيرة تدفع إلى تبني التوأم الرقمي، ومن المهم أن تكون المؤسسات على دراية بالعوامل التي تؤثر وتؤدي إلى منع تبني هذه الممارسة وذلك من أجل تقليل المخاطر. ويمكن في المقابل تبنّي التوأم الرقمي بشكل جزئي والعمل على تطوير ذلك باستمرار للوصول إلى الشكل المطلوب.

ضد

الفوائد

- استخدام سيناريوهات "ماذا لو" باستخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي من أجل تحديد جميع النتائج المحتملة.
- زيادة الكفاءة التشغيلية.
- تقديم أفكار واضحة حول كيفية استخدام المنتجات والخدمات ، وتوقع الفشل قبل حدوثه، ما يساعد المؤسسات في التحسين والتطوير المستمر للمنتجات.
- تطبيق وإطلاق المنتجات بشكل أسرع للسوق.
- تتيح الإمكانات المتقدمة لجمع البيانات وتخزينها بمحاكاة شبه مطابقة للعالم الواقعي.
- تخفيض نفقات الصيانة التشغيلية وانقطاع التشغيل.
- تعزيز تجربة العملاء، وتحليل السلوك لتحديد تفاعلات العملاء، وتحسين المنتجات والخدمات بشكل مستمر.
- المراقبة بشكل لحظي.
- تطوير نماذج أعمال جديدة تركّز على النتائج المضمونة، مثل ضمانات أداء الأصول المحددة.

التحديات

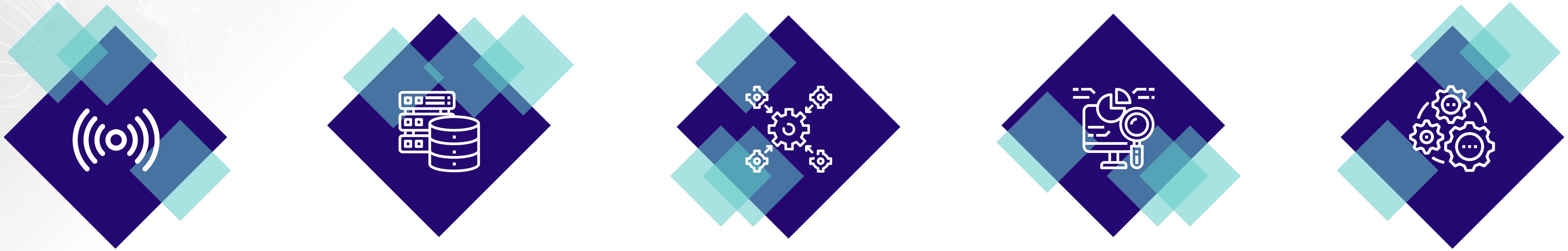
- تعتمد دقة التوأم الرقمي مقارنة بالأصل المادي بشكل كبير على البيانات المتاحة التي يتم استخدامها لبناء التوأم الرقمي.
- تعرّض كميات كبيرة من البيانات لخطر الاختراق إذا لم تُوضع آلية حماية للبيانات موثوقة وإطار حوكمة واضح.
- يتطلب إنشاء توأم رقمي متطور قدراً كبيراً من الجهد والوقت وتمويل عمليات التطوير، مع الأخذ في الاعتبار وجود مخاطر عالية.
- مخاطر انتهاك السياسات واللوائح التنظيمية التي قد تحد من تطور التوائم الرقمية في المجال الصناعي.
- تحدي دمج البيانات الحالية في قالب مشترك لمشاركته في مكونات عدة، إلى جانب التكامل مع الأصول والمنتجات والأنظمة والعمليات الحالية.
- تُعد القيود المفروضة على مبادرات مشاركة البيانات وقدرات التكامل من أكبر المعوقات في تطوير وفعالية التوائم الرقمية للحكومة.
- يمكن أن تكون توافقية التشغيل للأنظمة والبرامج صعبة إذا تم إنشاء توأم رقمي في تنسيقات برامج تصميم خاصة مبنية على تقنيات غير منظّمة أو موحّدة للجميع.

المرجع: 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 11، 12

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

مكونات التوأم الرقمي

المكونات الخمسة الرئيسية للتوأم الرقمي هي:



المفعّلات

عندما يكون هناك ما يبرر إجراءً ما في العالم الحقيقي، يقوم التوأم الرقمي بإنشاء الإجراء عن طريق المفعّلات، التي تخضع للتحكم البشري أيضاً، وتؤدي إلى بدء العملية على أرض الواقع.

تحليل البيانات

تُستخدم تقنيات التحليلات لتحليل البيانات من خلال عمليات المحاكاة الحسابية وإجراءات التصوّر التي يستخدمها التوأم الرقمي لإنتاج رؤية وتصور عالي الدقة.

التكامل

ربط بيانات العالم الحقيقي التشغيلية والبيئية بمستشعرات مرتبطة ببيانات المؤسسة مثل فاتورة المواد ومواصفات التصميم والرسومات الهندسية وما إلى ذلك.

المعلومات

دمج البيانات التشغيلية في العالم الحقيقي والتي تؤخذ من خلال المستشعرات مع البيانات من المؤسسة مثل BOM ومواصفات التصميم والرسومات الهندسية وما إلى ذلك.

المستشعرات

ترسل المستشعرات إشارات تمكّن التوأم من التقاط البيانات التشغيلية والبيئية المتعلقة بالعملية على أرض الواقع.

المرجع: 2

آلية عمل التوأم الرقمي

فهم كيفية عمل التوأم الرقمي من خلال الخطوات الست التالية:

الإنشاء
تجهيز العملية الواقعية بأجهزة استشعار تقيس المدخلات المهمة من العملية على أرض الواقع وما يحيط بها.

التواصل
تكامل / اتصال سهل وسريع ولحظي ثنائي الاتجاه بين العملية المادية والمنصة الرقمية

الجمع
تخزين البيانات في مستودع البيانات ومعالجتها وإعدادها للتحليل

التحليل
يتم تحليل البيانات وتصويرها لتطوير نماذج تكرارية تولّد رؤية واضحة تساعد على اتخاذ وصنع القرار

الأفكار
يتم الخروج بأفكار واستنتاجات من خلال تحليل البيانات باستخدام لوحات المعلومات التي ستساعد على تحديد الجوانب التي تحتاج إلى التحقق أو التغيير

التنفيذ
يتم تحويل هذه الأفكار إلى مهام مجدولة تجهيزاً للتطبيق على أرض الواقع بتعزيز العملية الرقمية لإدراك منافع التوأم الرقمي

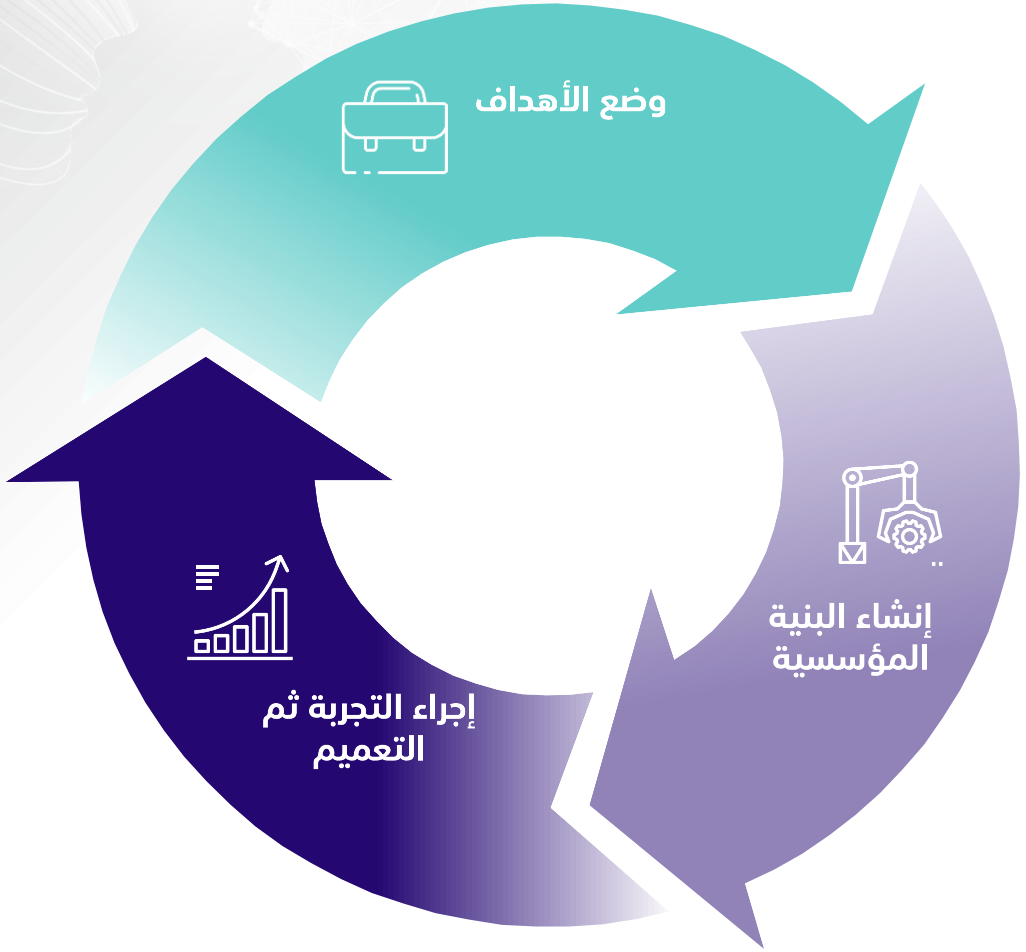
الأصل المادي | التوأم الرقمي

المرجع: 2

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

كيف يمكن للحكومات أن تستفيد من التوأم الرقمي؟

تحتاج الحكومات إلى قدرات لتكييف العمليات والتخطيط وتطوير السياسات لتلبية توقعات التحول الرقمي. التوأم الرقمي للحكومة تقنية ناشئة يمكنها توفير دعم تشغيلي أكثر شمولاً ومشابهة للواقع وبشكل لحظي.



يجب على الحكومات أن تبدأ بشكل جزئي، مع نماذج تجريبية لقدرات التوأم الرقمي، وأن تنمّي استخدام التوائم بشكل متكرر داخل المؤسسات والمنظومات (Ecosystem)

يرتكز التوأم الرقمي على مجموعة من التقنيات المتقدمة والمعقّدة التي تتضمن تقنيات مثل إنترنت الأشياء وتحليلات البيانات الكبيرة والسحابة والذكاء الاصطناعي مع الأخذ بالاعتبار التطور المستمر الذي يحدث على كل من هذه التقنيات ما يعرّض المؤسسات لمخاطر إضافية، ونتيجة لذلك، يجب على المؤسسات الحكومية أن تستخدم نهج التطوير المستمر، ما يضمن:

- فهم دور التوأم الرقمي، إذ يضمن التوافق مع أهداف العمل ويتيح تقييم حالة العمل بشكل مستمر.
- تنفيذ الحوكمة المرنة التي تتكيف مع الأوضاع الجديدة الناتجة من استخدام التوأم الرقمي.

من المرجح أن التوجه الكبير لتبني تطبيق التوأم الرقمي تماشياً مع الاستراتيجيات الحكومية لتسريع تبني التقنيات الحديثة وهو ما يتطلب إدارة حذرة للمخاطر المتوقعة من استخدام هذه التقنيات ومن ذلك:

تطبيق التوأم الرقمي على مستوى منطقة إدارية في المملكة لمواجهة الكوارث سيتيح ربط جميع العناصر المهمة في مواجهة الكوارث مثل جاهزية القطاع الصحي وقطاع المواصلات، والبنية التحتية لا يجب أن تتم دفعة واحدة. إذ يجب تطوير كل مشروع على حدة في القطاع الخاص به ثم التكامل من تقنيات وممكّنات بشكل مركزي سيؤدي إلى تقليل عامل المخاطرة وضمان النجاح والربط المثالي مع استراتيجية الأعمال.

المرجع: 38، 39

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

2

التوأم الرقمي على أرض الواقع:
القطاع الحكومي

تحليـل تطبيـق التـوأم الرقمـي فـي القطاع الحكومي

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي حول العالم

المبادرة: "توأم رقمي" معزز جغرافيًا لشبكة الاتحاد للقطارات

الدولة: الإمارات العربية المتحدة

الوصف:

اعتبرت شركة الاتحاد للقطارات أن التقنية عامل تمكين رئيسي لتصبح واحدة من أكثر أنظمة السكك الحديدية تقدمًا على مستوى العالم. طورت الشركة خريطة طريق لدعم مبادراتها الرئيسية لبرنامج التحول الرقمي.

جزء من خريطة الطريق توفير "التوأم الرقمي" المعزّز جغرافيًا لشبكة الاتحاد للقطارات والمرافق والعمليات التي يمكن استخدامها لتخطيط وتصميم وبناء وإدارة دورة الحياة الكاملة للمؤسسة في المستقبل. سيشمل المشروع أيضًا استخدام التقنيات الناشئة مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة والتعلم الآلي لدعم التقدم المستمر وتبسيط عمليات الاتحاد للقطارات.

نضج المبادرة: إثبات المفهوم (PoC)

المبادرة: تشغيل مبنى الذكاء الاصطناعي في هيئة البيئة

الدولة: الإمارات العربية المتحدة

الوصف:

أعلنت شركة جونسون كونترولز ومايكروسوفت عن اتفاقية مع هيئة البيئة لتعزيز مقرها الجديد في الشارقة، الإمارات العربية المتحدة، من خلال مجموعة شاملة من الذكاء الاصطناعي وحلول المباني الذكية التي تدعمها مايكروسوفت.

ستستخدم البيئة أيضًا تقنية " Azure Digital Twin " لتحويل مبناها إلى تمثيل رقمي باستخدام البيانات التي تم جمعها من الأجهزة والأنظمة المتصلة في جميع أنحاء المبنى والتي سيتم تحليلها والعمل لتقديم صيانة استباقية وتحسين أنظمة البناء.

نضج المبادرة: تحت التنفيذ

المرجع: 13، 14

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي حول العالم

المبادرة: توأم رقمي رباعي الأبعاد لمدينة سيدني الغربية

الدولة: أستراليا

الوصف:

عملت ولاية نيو ساوث ويلز (NSW) مع CSIRO's Data61 لتطوير نموذج رباعي الأبعاد يغطي مدينة سيدني الغربية. ونظراً لكثافة البيانات المتوفرة من أجهزة الاستشعار في كل من القطاعين العام والخاص، سوف يوضح التوأم الرقمي صورة دقيقة لما يحدث فوق وتحت سطح المدينة.

يصور التوأم الرقمي المباني وخطط الطبقات والتضاريس وحدود الممتلكات والمرافق بما في ذلك أنابيب الطاقة والمياه والصرف الصحي، والتي تسمح للمخططين والمطورين وواضعي السياسات باتخاذ قرارات أكثر دقة وتساعد في توفير التكاليف وإيجاد الكفاءات.

نضج المبادرة: تم الإطلاق

المبادرة: سنغافورة الافتراضية

الدولة: سنغافورة

الوصف:

برنامج سنغافورة الافتراضية تم تأسيسه من هيئة الأراضي السنغافورية (SLA)، ومؤسسة الأبحاث الوطنية (NRF) ووكالة التكنولوجيا الحكومية (GOVTECH). يعمل النظام على دمج البيانات من مستشعرات إنترنت الأشياء بغرض استخدامه من قبل النموذج ثلاثي الأبعاد لسنغافورة. الغرض منه استخدامه من القطاعات العامة والخاصة والأفراد والبحث.

سيمكّن المستخدمين من التعاون واتخاذ القرارات بشكل أكثر فعالية، وتحسين إمكانية الوصول، وأداء التخطيط المدني وتحليل إمكانات إنتاج الطاقة الشمسية.

نضج التطبيق: تم الإطلاق

المرجع: 15، 16، 17

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي حول العالم

المبادرة: ميناء روتردام الرقمي

الدولة: هولندا



الوصف:

تعاون ميناء روتردام مع شركة آي بي إم ليصبح أول ميناء رقمي في العالم. تتضمن إحدى المبادرات الرقمية إنشاء توأم رقمي للميناء الذي سيسمح بتتبع ومراقبة المنفذ الذي تبلغ مساحته 41 ميلًا مربعًا.

سيستخدم ميناء روتردام إنترنت الأشياء والذكاء الصناعي من (Watson IoT) لجمع البيانات بشكل لحظي مثل درجة الحرارة وسرعة الرياح ومستويات المياه والتنبؤ بالرؤية وأحوال المياه والمساعدة في خفض معدلات استهلاك الوقود وتسهيل صافي الحمولات الفعّالة من حيث التكلفة لكل سفينة وضمان الوصول الآمن للبضائع.

نضج المبادرة: تحت التنفيذ

المبادرة: هلسنكي الافتراضية

الدولة: فنلندا



الوصف:

طوّرت عاصمة فنلندا تصميماً افتراضيًا لهلسنكي باستخدام التوأم الرقمي. استعان الفريق بالبيانات المفتوحة لبناء المدينة باستخدام نماذج ثلاثية الأبعاد والرسم والصور بهدف أن تصبح هلسنكي منصة العاصمة الافتراضية للعالم.

ستستخدم هلسنكي التوأم الرقمي لتصبح رائدة في السياحة الافتراضية، ما يسمح للمستخدمين تجربة واختبار وزيارة المعالم كما في التوأم الرقمي للمدينة. ويتمكن المستخدمون من زيارة جميع المناطق السياحية في هلسنكي باستخدام نظارات الواقع الافتراضي.

نضج المبادرة: تم الإطلاق

المرجع: 18، 19، 20

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي حول العالم

المبادرة: شركة الخدمات الجوية الأسترالية تدخل مستقبل الطيران

الدولة: أستراليا

الوصف:

تعاونت شركة الخدمات الجوية الأسترالية مع شركة ديلويت وشركة مكلارين لإطلاق مجموعة من برامج التحول الرقمي والابتكار، التي تعالج تحديات مثل زيادة حجم الرحلات الجوية التقليدية والمركبات الجوية غير المأهولة التي تتطلب أنظمة ذكية جديدة للتحكم.

يتضمن البرنامج إطلاق توأم رقمي مشترك مع إنترنت الأشياء والتعلم الآلي، يمكن أن يعزز القدرة على إدارة الحركة الجوية في الوقت الحالي وفي السنوات القادمة. بدأ الفريق في تطوير التوأم الرقمي لشبكة الحركة الجوية للخدمات الجوية باستخدام بيانات سابقة، وتم إصدار أربعة دراسات إثبات مفهوم (PoC) حتى الآن.

نضج المبادرة: تحت التنفيذ

المبادرة: توأم Herrenberg الرقمي

الدولة: ألمانيا

الوصف:

تعاون مركز الحوسبة عالية الأداء في شتوتغارت (HLRS) مع معهد Fraunhofer وجامعة شتوتغارت ومركز اتصال أولمر (Kommunikationsbüro Ulmer) لتطوير التوأم الرقمي لمدينة هيرنبيرج، مدينة صغيرة خارج شتوتغارت، ألمانيا. وستطبّق المدينة نموذجاً ثلاثي الأبعاد لدعم التخطيط الحضاري.

بدأ الفريق في استخدام مفهوم يسمى بناء الجملة الفضائية (space syntax)، الذي ينتج مخططًا ثنائي الأبعاد للشبكات المادية في المدينة لإجراء تحليل للتنبؤ بالمسار المحتمل للسيارة أو المشاة. كما طوّر الفريق تطبيقاً يستطيع سكان مدينة هيرنبيرج من خلاله مشاركة ملاحظاتهم حول ما إذا كانت بعض المواقع في المدينة تُشعِر بالراحة أو عدم الأمان أو غير جميلة.

نضج المبادرة: تم الإطلاق

المرجع: 21، 22، 23

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

3

التوأم الرقمي على أرض الواقع:
القطاعات المختلفة

تحليـل تطبيقـات التـوأم الرقمـي عالمياً في القطاعات المختلفة

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي في مختلف القطاعات

المبادرة: دور التوأم الرقمي لبريدجستون في تصميم نموذج أعمال مبتكر

الدولة: اليابان

الوصف:

تعيد شركة بريدجستون تصور أعمالها من خلال تطوير قدرات رقمية تمكّنها من إحداث ثورة في خدمات إدارة الإطارات. وكتوجه استراتيجي، دخلت شركة بريدجستون سوق السعر-لكل-كيلومتر (PPK) بسبب انتقال دول أوروبية إلى هذا السوق.

باستخدام التوأم الرقمي، الذي يمثل دوراً مهماً في رحلة تحول الشركة، ستكون شركة بريدجستون قادرة على تحديد نموذج أعمال PPK من خلال دراسة كيفية استخدام المركبات والإطارات بشكل لحظي، ما يسمح باختيار الإطارات المناسبة لظروف القيادة كافة وتقديم تحليلات مخصصة حول كيفية تقليل تآكل الإطارات وتجنب الأعطال.

نضج المبادرة: تحت التنفيذ

المبادرة: أتمتة التصنيع الشاملة باستخدام التوأم الرقمي

الدولة: اليابان

الوصف:

تهدف شركة Takeda للأدوية إلى تعزيز الاكتشافات العلمية لتقديم أدوية جديدة (تحويلية) للمرضى في جميع أنحاء العالم. ووفق التشريعات الوطنية والدولية يجب اختبار أي منتج جديد لمدة تصل إلى 15 سنة لتوفير دواء جديد للمرضى.

ولهذا، اختارت شركة Takeda للأدوية مفهوم التوأم الرقمي لمساعدتها في تسريع التجارب وتطوير أساليب تصنيع جديدة وتوليد البيانات لتمكين قرارات وتوقعات أكثر دقة. وبنى فريق العمل في Takeda التوأم الرقمي لكل خطوة عملية وربط جميع الأجزاء باستخدام توأم رقمي موحّد يتحكم في مسار العمليات ويؤتمته من خطوة لأخرى.

نضج المبادرة: تحت التنفيذ

المرجع: 22

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي في مختلف القطاعات

المبادرة: التوأم الرقمي للمركبة

الدولة: الولايات المتحدة الأمريكية

الوصف:

استثمرت شركة تسلا للسيارات في الخدمة الرقمية من أجل تقديم خدمة موثوقة وتجربة أفضل لأصحاب السيارات. وابتكرت شركة تسلا توأماً رقمياً لسياراتها الرقمية. وستكون مستشعرات إنترنت الأشياء المثبّتة على المركبات قادرة على إرسال واستقبال المعلومات من التوأم الرقمي. ويمكن للشركة إصلاح غالبية الأعطال عن طريق تنزيل تحديث برنامج على السيارة.

ستسمح البيانات التي جرى جمعها بتتبع حالة عمل السيارة وأيضًا اكتشاف المشكلات قبل حدوثها. وتتيح عملية تطوير البرامج القائمة على البيانات تخصيص موارد أكثر كفاءة وتجربة مستخدم أفضل بشكل ملحوظ لمالك السيارة.

نضج المبادرة: تم الإطلاق

المبادرة: التوأم الرقمي في قطاع الطاقة

الدولة: الولايات المتحدة الامريكية

الوصف:

تستخدم شركة Shell للمواد الكيميائية التوأم الرقمي في مشروعها في ولاية بنسلفانيا. تلتقط شركة Shell التوأم الرقمي للمصنع باستخدام طائرات بدون طيار مرتين في الأسبوع، ما يسمح بإنشاء تصوير افتراضي للمصنع.

يساعد التوأم الرقمي فريق البناء وأصحاب العلاقة الآخرين على مراقبة التقدم وتحديد المشكلات. كما تعمل شركة Shell أيضًا على بناء توأم رقمي للأصول الأخرى أثناء بنائها. وسيسمح التوأم الرقمي باتخاذ أفضل القرارات باستخدام البيانات في الوقت الحالي أو مستقبلاً.

نضج المبادرة: تم الإطلاق

المرجع: 24، 25، 26

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي في مختلف القطاعات

المبادرة: ستارا (Stara) تستخدم التوأم الرقمي

الدولة: البرازيل

الوصف:

تستخدم شركة ستارا التوأم الرقمي لتحديث الزراعة. وضعت الشركة المصنّعة للجرافات مستشعر إنترنت الأشياء على جرافاتها، ما يسمح لمدى الرؤية اللحظية بالتحقق من كيفية عمل الجرافات ومنع المعدات من التعطل للمساعدة في تحقيق عوائد أعلى من المعدات وتحسين وقت تشغيل الأصول. وبالتالي السماح بزيادة أداء المعدات.

إضافة إلى ذلك، استفادت شركة ستارا من التوأم الرقمي لإنشاء نماذج أعمال جديدة. ونظرًا لكثافة البيانات من مستشعرات إنترنت الأشياء، تمكنت الشركة من إطلاق خدمة جديدة توفر للمزارعين رؤية لحظية توضح بالتفصيل الظروف المثلى لزراعة المحاصيل وتحسين إنتاجية المزارع.

نضج المبادرة: تم الإطلاق

المبادرة: بوينغ تستخدم التوأم الرقمي

الدولة: الولايات المتحدة الأمريكية

الوصف:

شركة بوينغ إحدى الشركات الرائدة في إنتاج الطائرات التجارية والعسكرية. تستخدم الشركة التوأم الرقمي لتصنيع طائرة جديدة بعد تشغيل عمليات المحاكاة للتنبؤ بأداء مختلف مكونات الطائرة على مدار دورة حياة المنتج. سمح ذلك لمهندسي بوينغ بالتنبؤ بالوقت المتوقع لفشل المنتجات وتحقيق ما يصل إلى 40% من التحسين في جودة الأجزاء والأنظمة التي يتم بناؤها لطائرات معينة.

كما تستكشف بوينج أيضًا استخدام التوأم الرقمي لتحقيق توازن مثالي لحمل البضائع لتحديد حمولة شحن آمنة ما سيزيد من عائدات الشحن لكل رحلة.

نضج المبادرة: تم الإطلاق

المرجع: 27، 28، 29

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

تطبيقات التوأم الرقمي في العالم

نظرة تفصيلية لتطبيقات مفهوم التوأم الرقمي في مختلف القطاعات

المبادرة: تحسين التشغيل والتكلفة باستخدام التوأم الرقمي

الدولة: الولايات المتحدة الامريكية

الوصف:

أطلقت شركة شيفرون (Chevron) مبادرةً للتنبؤ بمشاكل الصيانة في حقولها النفطية ومصافيها. ومن أجل استكمال هذه المبادرة، وقّعت شيفرون اتفاقية مع Microsoft Azure لتكون مورّداً رئيسياً للخدمات السحابية. ستسمح الاتفاقية لشركة شيفرون بالوصول إلى البيانات في مستودع واحد بدلاً من وضعها في مستودعات مختلفة.

تتوقع شيفرون تحقيق مدخرات ضخمة من خلال استثمارها في التوأم الرقمي. وتهدف الشركة إلى توصيل أجهزة استشعار في معظم معداتها ذات قيمة مرتفعة بحلول عام 2024 ، ما يسمح لها بالتنبؤ بمشاكل الصيانة في معداتها النفطية.

نضج المبادرة: تحت التنفيذ

المبادرة: التوأم الرقمي في الجراحة

الدولة: الولايات المتحدة الامريكية

الوصف:

تعاونت شركة داسو سيستم (Dassault Systèmes) مع إدارة الغذاء والدواء (FDA) لاختبار منصة (مشروع القلب الحي Living Heart Project). ستسمح المنصة بتوظيف التوأم الرقمي لوضع نموذج لنظام القلب والأوعية الدموية من أجل البحث والعلاج والتجارب السريرية وغيرها من الاستخدامات العلمية والتجارية.

اكتملت المرحلة الأولى من التعاون وحققت العديد من الخطوات المتقدمة، ويجري حالياً تنفيذ المرحلة الثانية للاختبار على المرضى الافتراضيين لتحسين كفاءة التجارب السريرية لتصاميم الأجهزة الجديدة.

نضج المبادرة: تحت التنفيذ

المرجع: 30، 31، 32، 33

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

4

استخدام التوأم الرقمي في القطاع الحكومي بالمملكة

فهم كيفية تطبيق التوأم الرقمي في القطاع الحكومي بالمملكة

1. كيفية الاستفادة من التوأم الرقمي
2. توفير المهارات اللازمة لتنفيذ التوأم الرقمي

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

كيف يتم الاستفادة من التوأم الرقمي؟

تُجري الحكومات الرقمية الرائدة حول العالم محاولات لتطبيق مفهوم التوأم الرقمي على مستوى الحكومة بأكملها، إذ تُقدم التكنولوجيا فرصة كبيرة لدفع التحسينات التشغيلية؛ زيادة الكفاءات على مستوى الحكومة وتعزيز تجربة المواطنين والمقيمين والزوار، بما يتماشى مع استراتيجية رؤية 2030

التحديات الحالية		قيمة التوأم الرقمي المٌقدمة
» يعتمد مدى استخدام وتبني هذه التقنية على مستوى التقبّل عند العامة ونسبة تحمل المخاطر المتفاوتة. » ستؤدي تجارب المقيمين المحسّنة وتكاليف التشغيل المنخفضة إلى موازنة بعض مخاوف العامة.	**المدن الذكية**	» يمكن تبنّي مفهوم التوأم الرقمي في مدينة ذكية وسيرتكز على تغطية مجالات وسائل النقل، المياه، الكهرباء، والمرافق العامة. » **مواءمة رؤية 2030:** تحسين تجربة الحجّاج؛ إرسال الحافلات وإضاءة الشوارع تلقائيًا، ما يضمن السلامة العامة، مع توفير الطاقة أيضًا.
» يتطلب من مدراء تقنية المعلومات إقناع الجهات المختلفة والقادة الإداريين والتشريعين بضرورة البدء في استخدام هذه التقنية جزئياً من خلال إجراء التجارب على استخدام التقنية وتعليمهم المفاهيم المطلوبة. في المقابل ستتشكل تساؤلات لدى القادة حول مستوى الحيادية وصلاحية الأدوات المستخدمة. » تشكّل مواضيع الخصوصية والأخلاق والمخاوف الأمنية تحدياً عند استخدام هذه التقنية لدى المواطنين.	**الخدمات البشرية**	» غالبًا ما يكون لتغيير السياسات في الخدمات البشرية تكلفة كبيرة وتأثيرات مجتمعية بعيدة المدى. » **مواءمة رؤية 2030:** يمكن تنفيذ تخطيط السيناريو، وطرح نموذج تغيير في نظام الرعاية الاجتماعية الوطني، وتوفير مراجعة شاملة للنتائج المتوقعة.
» ستكون هناك حاجة إلى تغييرات كبيرة في العمليات الحالية، ما يعزّز القدرات لتطوير قانون يمكن قراءته آليًا بطريقة مؤتمتة. » يتطلب من الموظفين تحسين مهاراتهم، إذ تقدم المنظمات دورات في الترميز والبيانات لصانعي السياسات. » ستحتاج الجهات الحكومية إلى التنافس مع القطاع الخاص على هذه المهارات.	**القوانين والتشريعات**	» يمكن إدخال القانون المقروء آليًا في التوأم الرقمي وتخطيط السيناريو، لاختبار التنفيذ ومعرفة ما إذا كان يحقق أهداف المشرّعين. » **مواءمة رؤية 2030:** دعم المنشآت والشركات الصغيرة والمتوسطة في مراجعة القوانين واللوائح بدقة، وإزالة العقبات لتسهيل الحصول على التمويل.

المرجع: 39، 45

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

توفير المهارات الأساسية لتنفيذ التوأم الرقمي

يجب أن تمتلك الجهات الحكومية المهارات المناسبة لإدارة وتطوير وتصميم التقنيات اللازمة لتطبيق تقنية التوأم الرقمي بشكل فعّال.

أمثلة على الأدوار الرئيسية التي يجب أخذها بالاعتبار :



مهندس توأم رقمي

يتضمن هذا الدور قيادة إنشاء التصور الافتراضي للعناصر المادية وفهم كيفية عمل التوأم وتفاعله طوال دورة حياته.

المهارات الأساسية تشمل:

- فهم قوي بتقنية إنترنت الأشياء والتقنيات الداعمة الرئيسية الأخرى.
- مهارات تعاون قوية، والعمل عن كثب مع العملاء المحتملين لإنشاء رؤى واستراتيجيات تعتمد على البيانات.
- خبرة في تحسين الأداء، والاستفادة من بيانات الاستخدام والأداء اللحظية.

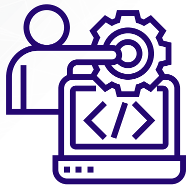


عالم البيانات

يتضمن هذا الدور الجمع بين مهارات البرمجة وتقنيات تحليل البيانات والتعامل مع أصحاب العلاقة في مثل هذه المشاريع، من أجل إيجاد أنماط في البيانات التي يمكن تنفيذها، ما يؤدي إلى اتخاذ قرارات تخص بيئة العمل بشكل أفضل.

المهارات الأساسية تشمل:

- مهارات تعاون قوية، والعمل مع أصحاب المصلحة لدعم تطوير استراتيجيات التحليلات الخاصة بهم.
- التوصية بحلول وتقنيات التحليلات المخصصة، بناءً على تحديات الأعمال.
- تطوير نماذج أولية سريعة للحلول الإبداعية التي تختبر الفرضيات مع المستخدمين النهائيين.



مطوّر المحاكاة

يتضمن هذا الدور تطوير تطبيقات توأم رقمي، وتقديم المنتجات بسرعة مع الحفاظ على الجودة العالية؛ يقود فريق من المطورين المبتدئين، ويضع المعايير والتوجيه.

المهارات الأساسية تشمل:

- تحليل احتياجات المستخدم ثم تصميم البرامج واختبارها وتطويرها لتلبية تلك الاحتياجات.
- تقديم توصيات بترقيات البرامج للأنظمة والبرامج الحالية.
- توثيق كل جانب من جوانب التطبيق أو النظام كمرجع للصيانة والتحديثات المستقبلية.

المرجع: 40، 41، 42

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

5

خدمات التوأم الرقمي

فهـم خـدمات الجهـات الخارجيـة المتاحة لدعم تنفيذ التوأم الرقمي

1. مثال على خدمات مزودي الخدمة

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

خدمات التوأم الرقمي

أدى تسويق تقنية التوأم الرقمي إلى زيادة عروض السوق من مختلف المزودين، ما شكّل مجموعة واسعة من الأنظمة المؤتمتة التي يصعب الانتقال والاختيار بينها، في ما يلي استعراض لرواد تقديم خدمات الأنظمة المؤتمتة:

التحليلات والبيانات

ACCELLIS, amazon web services, ANSYS, C3.ai, COGNITE, OSIsoft., ScaleOut Software, Sight Machine, UPTAKE

يطوّر المزودون في هذا المجال التوأم الرقمي بالاستفادة من إمكاناتهم التحليلية، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي والقدرات الفيزيائية عالية الدقة.

التطبيقات

AVEVA, Bentley, GE Digital, IBM, ORACLE, SAP, SIEMENS, Schneider Electric, ThoughtWire

يطوّر المزودون في هذا المجال التوأم الرقمي بالاستفادة من تطبيقات الأعمال الخاصة بهم، وغالبًا ما يقودون الحلول الموجهة نحو عملائهم.

إدارة عمليات الأعمال

avolution, BOXARR, CANEA, iGrafx, QPR, XMPRO

يطوّر المزودون في هذا المجال التوأم الرقمي بالاستفادة من خبراتهم في إدارة عمليات الأعمال وغالباً يتم التركيز على إدارة العمليات، رغم أن البعض أظهر قدرات قائمة على إنترنت الأشياء.

منصات إنترنت الأشياء

Alleantia, EUROTECH, EXOSITE, Flutura, IDbox, Iotic, konker, Particle, Microsoft, pepper, QiO, relayr, thingworx

يطوّر المزودون في هذا المجال التوأم الرقمي بالاستفادة من إمكانيات إنترنت الأشياء الخاصة بهم، مع التركيز على مراقبة الأصول والأداء.

مقدمو الخدمة

accenture, altran, Atos, AVNET, Cognizant, Deloitte., wipro, TATA

يطوّر المزودون في هذا المجال التوأم الرقمي بالتحديد وتتم الاستفاده من خبراتهم في السوق ومجموعة من التحليلات وقدرات التطبيقات.

المرجع: 43

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

6 الملحقات أ

دراسات رائدة

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

دراسات رائدة حول مفهوم التوأم الرقمي

يمكن الاستفادة من المقالات الفكرية الحديثة لتوضيح آلية استخدام تقنية التوأم الرقمي



Industry 4.0 and the Digital Twin

This article is about the digitization of manufacturing processes, providing insight into how Digital Twin technology can be leveraged to support this. The article discuses using the technology to provide organizations with a full technical blueprint of their products, in order to detect physical issues sooner, predict outcomes more accurately, and build better products.



Tech Trends 2020

This document is an annual paper from Deloitte which analyzes the latest tech trends. The document features Digital Twin articles discussing the rapid proliferation of the technology, due to growth in Digital Twin capabilities and sophistication, whilst also exploring the need to integrate systems and data across entire organizational ecosystems to realize the full potential of the technology.



What will jobs look like in the digital era?

This article is part of a Deloitte series on the skills gap and the future of work in manufacturing. The role of a Digital Twin Engineer is explored, providing a detailed summary of the role, along with an employee profile, time spent on activities and a 'day in the life' scenario.



Expecting Digital Twins

This article is about the adoption of the versatile technology across multiple industries. Focusing on the rise of digital replicas of physical objects and processes as important tools in an organization. The article looks at the growing number of industries adopting Digital Twins, in order to make designing and operating complex products easier.

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

6

الملحقات ب

قائمة المراجع

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

قائمة المراجع

تم استخدام النقاط المرجعية التالية أثناء إنشاء هذا التقرير:

الرقم	المصدر	المقال	الرابط
1	Gartner	Top 10 Strategic Technology Trends for 2019: Digital Twins	https://www.gartner.com/document/3904569?ref=solrSearch&refval=248387203
2	Deloitte	Industry 4.0 and the Digital Twin	https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html
3	Gartner	What to Expect When You're Expecting Digital Twins	https://www.gartner.com/document/3905979?ref=solrAll&refval=249907841
4	Identity Management Institute	Digital Twin Technology Benefits and Challenges	https://www.identitymanagementinstitute.org/digital-twin-technology-benefits-and-challenges/
5	Virtual Commissioning	Top 5 Benefits of Digital Twins	https://virtualcommissioning.com/top-5-benefits-of-digital-twins/
6	Disrupitve.asia	The challenge of creating Digital Twins in the transition to Industry 4.0	https://disruptive.asia/digital-twins-industry-4-0/
7	Gartner	Confront Key Challenges to Boost Digital Twin Success	https://www.gartner.com/smarterwithgartner/confront-key-challenges-to-boost-digital-twin-success/
8	Gartner	Prepare for the Impact of Digital Twins	https://www.gartner.com/smarterwithgartner/prepare-for-the-impact-of-digital-twins/
9	NSW Government	Emerging Technology Guide: Digital Twin	https://www.digital.nsw.gov.au/digital-transformation/policy-lab/emerging-technology-guide-digital-twin
10	ReasearchGate	Challenges of Digital Twin in High Value Manufacturing	https://www.researchgate.net/publication/328912587_Challenges_of_Digital_Twin_in_High_Value_Manufacturing
11	i-scoop	Digital Twin technology and simulation: benefits, usage and predictions	https://www.i-scoop.eu/digital-twin-technology-benefits-usage-predictions/

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

قائمة المراجع

تم استخدام النقاط المرجعية التالية أثناء إنشاء هذا التقرير:

الرقم	المصدر	المقال	الرابط
12	Allerin	Did you just say Digital Twins would enhance customer experience?	https://www.allerin.com/blog/did-you-just-say-digital-twins-would-enhance-customer-experience
13	Cison PR Newswire	Middle East's sustainability pioneer, Bee'ah, selects Johnson Controls and Microsoft for its office of the future	https://www.prnewswire.com/ae/news-releases/middle-easts-sustainability-pioneer-beeah-selects-johnson-controls-and-microsoft-for-its-office-of-the-future-300835934.html
14	GPC Group	Etihad Rail Aiming for a Geo-Empowered “Digital Twin”	https://thegpcgroup.com/projects/etihad-rail-aiming-for-a-geo-empowered-digital-twin/
15	CSIRO	New Digital Twin to better plan, design and manage Australia's cities	https://www.csiro.au/en/News/News-releases/2020/New-digital-twin-for-NSW
16	Spatial Source	Western Sydney’s 4D Digital Twin revealed	https://www.spatialsource.com.au/3d-bim/western-sydneys-4d-digital-twin-revealed
17	National Research Founation	Virtual Singapore	https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore
18	IBM	How the Port of Rotterdam is using IBM Digital Twin technology to transform itself from the biggest to the smartest	https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-digital-twin-rotterdam/
19	Ace Business	Helsinki is Building a Digital Twin of the City	https://aec-business.com/helsinki-is-building-a-digital-twin-of-the-city/
20	The Guardian	Helsinki's huge VR gig hints at the potential of virtual tourism	https://www.theguardian.com/travel/2020/may/05/helsinki-huge-vr-virtual-reality-gig-potential-virtual-tourism
21	Consultancy.com.au	Airservices Australia accelerates improvement with Digital Twin	https://www.consultancy.com.au/news/1692/airservices-australia-accelerates-improvement-with-digital-twin
22	Deloitte	Digital Twins: Bridging the physical and digital	https://www2.deloitte.com/uk/en/insights/focus/tech-trends/2020/digital-twin-applications-bridging-the-physical-and-digital.html

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

قائمة المراجع

تم استخدام النقاط المرجعية التالية أثناء إنشاء هذا التقرير:

الرقم	المصدر	المقال	الرابط
23	Intelligent Transport	Project uses ‘Digital Twins’ to design more sustainable cities	https://www.intelligenttransport.com/transport-news/98791/project-uses-digital-twins-to-design-more-sustainable-cities/
24	MaschineMarkt	Digital Twin in the automobile industry	https://www.maschinenmarkt.international/digital-twin-in-the-automobile-industry-a-851549/
25	SAS	Modern manufacturing’s triple play: Digital Twins, analytics and IoT	https://www.sas.com/en_us/insights/articles/big-data/modern-manufacturing-s-triple-play-digital-twins-analytics-iot.html#:~:text=Tesla%20creates%20a%20digital%20twin,experience%20for%20the%20vehicle%20owner.
26	Bentley	How Digital Twins Will Drive Innovation in the Energy Sector	https://www.bentley.com/en/perspectives-and-viewpoints/topics/perspectives/2019/digital-twins-drive-innovation-in-energy-sector#:~:text=In%20the%20energy%20sector%2C%20digital,%2C%20systems%2C%20and%20production%20processes.&text=An%20excellent%20example%20is%20Shell,large%20construction%20project%20in%20Pennsylvania.https://www.geospatialworld.net/blogs/digital-twin-ai-to-drive-innovation-in-energy-sector/
27	Digitalist Magazine	Digital Twin Excellence: Two Shining Examples	https://www.digitalistmag.com/iot/2018/06/14/digital-twin-excellence-2-shining-examples-06175901/
28	Bangkok Bank Innohub	Digital Twin: The new power of real-time cloning	https://www.bangkokbankinnohub.com/digitaltwin/
29	NEC	Digital Twins: The Intersection of Physical and Digital Goods Powered by IoT	https://www.nec.com/en/global/insights/article/2020022510/index.html#:~:text=Use%20of%20Digital%20Twins%20in%20Aerospace%20%E2%80%93%20Boeing&text=At%20Boeing%20digital%20twins%20are,the%20lifecycle%20of%20the%20product.
30	ARC	Chevron Launching Predictive Maintenance to Cut Costs & Improve Operations	https://www.arcweb.com/blog/chevron-launching-predictive-maintenance-cut-costs-improve-operations
31	APICS	Real Benefits from Digital Twins	https://www.apics.org/sites/apics-blog/thinking-supply-chain-topic-search-result/thinking-supply-chain/2018/09/21/real-benefits-from-digital-twins#:~:text=Chevron%20Corp.%20is%20anticipating%20huge,high%2Dvalue%20equipment%20by%202024.
32	HIT Consultant	Digital Twin Technology: Should Healthcare Jump on the Bandwagon?	https://hitconsultant.net/2019/04/29/digital-twin-technology-should-healthcare-jump-on-the-bandwagon/#.XuIl2kUzY2x

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

قائمة المراجع

تم استخدام النقاط المرجعية التالية أثناء إنشاء هذا التقرير:

الرقم	المصدر	المقال	الرابط
33	Plastics Today	Living Heart project beats on for five more years, as Dassault, FDA renew partnership	https://www.plasticstoday.com/medical/living-heart-project-beats-on-five-more-years-dassault-fda-renew-partnership/58240144161219
34	ACOS	Digitizing manufacturing: how companies are using data to improve production	https://www.aocs.org/stay-informed/inform-magazine/featured-articles/digitizing-manufacturing-how-companies-are-using-data-to-improve-productionnovember/december-2019?SSO=True
35	HBS	P&G: End-to-end Supply Chain Model	https://digital.hbs.edu/platform-rctom/submission/pg-end-to-end-supply-chain-model/
36	Microsoft	Enabling manufacturing excellence with new class of Digital Twin	https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/manufacturing/2017/05/02/enabling-manufacturing-excellence-new-class-digital-twin/
37	Research Gate	Origins of the Digital Twin Concept	https://www.researchgate.net/publication/307509727_Origins_of_the_Digital_Twin_Concept
38	Gartner	Market Guide for Digital Twin Portfolios and Enabling Technologies	https://www.gartner.com/document/3980003?ref=solrAll&refval=249898245
39	Gartner	Governments Are Developing a Unique Kind of Digital Twin	https://www.gartner.com/document/3976081?ref=solrAll&refval=252497173
40	Challenge Advisory	New job opportunities Digital Twin specialists will be needed for	https://www.challenge.org/insights/digital-twin-jobs/
41	Deloitte Insights	The future of work in manufacturing	https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4747_Manufacturing-personas/4747_Digital-twin-engineer-Interactive.pdf
42	Zippia	Simulation Developer Overview	https://www.zippia.com/simulation-developer-jobs/

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

قائمة المراجع

تم استخدام النقاط المرجعية التالية أثناء إنشاء هذا التقرير:

الرقم	المصدر	المقال	الرابط
43	Gartner	Market Trends: Software Providers Ramp Up to Serve the Emerging Digital Twin Market	https://www.gartner.com/document/3957042?ref=solrAll&refval=249898124
44	Data Bridge Market Research	Digital Twin Market To Witness Astonishing Growth By 2027	https://www.openpr.com/news/2036308/digital-twin-market-to-witness-astonishing-growth-by-2027
45	Vision 2030	Saudi Vision 2030 – 2017	https://vision2030.gov.sa/sites/default/files/report/Saudi_Vision2030_EN_2017.pdf

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية. |

هيئة الحكومة الرقمية
Digital Government Authority

شكرًا لكم،،

| حقوق النشر © 2021 جميع الحقوق محفوظة لهيئة الحكومة الرقمية.|
| لا يجوز إعادة استخدام هذة الوثيقة أو توزيعها بأي شكل دون إذن خطي مسبق من هيئة الحكومة الرقمية. علماً أن هذة الوثيقة تتألف من آراء للهيئة والتي لاينبغي تفسيرها أو تأويلها على أنها بيانات واقعية أو حقائق. |